

相馬市役所新庁舎



宮坂 大祐
梓設計



井戸川 達哉
同

1 はじめに

本計画地は「野馬追」で有名な福島県浜通り北部にある相馬市で、沿岸部より4.5kmほど離れた場所に位置する。敷地北西には中村城跡の外堀が近接し、切り妻瓦屋根をもつ小学校や市民会館が点在し、地域一帯が武家屋敷のような町並みを形成している。

本計画は2011年3月11日の東北地方太平洋沖地震で現相馬市役所が被害を受けたため、近隣敷地に新たな市役所を建設する新築計画である。本文では本建物の設計概要を述べ、比較的建物重量の小さい低層鉄骨造建築物へ免震構造を採用した場合の着目点について述べる。

2 建築計画概要

建物は桁行方向84m、梁間方向50mのL字型で、町並みに倣い切妻屋根を有する4階建ての免震構造の鉄骨造である。階の構成は1~3階に執務空間、4階の切妻屋根内部に一部倉庫を有する。また3階部で直交する2つの切り妻屋根は取付レベルが異なることから絶縁し、2棟形式としている（図1,2）。

地震災害時に防災拠点として機能できるよう、什器の転倒等を防ぐため免震構造を採用し、執務室の床の応答加速度が250gal以内になるように目標を設定した。免震構造による可動範囲部分は、応答解析結果に安全性を考慮し600mmのクリアランスを設けている。以下に建物概要を示す。

建物概要

建 築 主：相馬市
所 在 地：福島県相馬市中村字北町63番地の3
建 築 面 積：3879.16m²
延 べ 面 積：9574.63m²
階 数：地上4階
最 高 高 さ：19.28m
主 体 構 造：鉄骨造免震構造+既製杭基礎形式
建 築 主：相馬市
設 計 監 理：梓設計
施 工（建築）：戸田建設・小野建設・中村土木特定
建設工事共同企業体



図1 外観パース

及び免震材料は設計用地震波と同等のクライテリアを設定したが、基礎梁、杭については終局耐力以内であることを目標とした。

5 構造設計基本方針

5.1 構造設計方針

低層鉄骨造建物に免震構造を計画する場合に以下の3項目に着目し、設計を進めた。

- (1) 柱の負担する重量が小さいこと
- (2) 風荷重と免震層の降伏せん断力
- (3) 杭の経済設計

まず(1)について、1階床を含めた柱1本あたりの負担重量は負担面積54m²で2000kN程度である。免震材料の長期面圧を10N/mm²と想定すると免震材料のゴム径はφ550mmとなる。地震波(レベル2)のSa-Sd曲線(減衰定数h=0.10)と免震層の降伏後の固有周期の関係(図4)から40cmほどの変形が生じると予想され、φ550mmの小径の免震材料では十分な変形能力が確保できないと考えられる。そこで、支点を間引き、柱軸力を集約する計画とし、柱78本に対し免震材料46基とした(図7,8)。支点を間引いたことで一部丘立ち柱となるため、1階床梁は十分な剛性と耐力を確保したPC梁を採用している(図9)。最終的な免震材料の長期面圧を表2に示す。φ700mm以上の径に対し概ね10N/mm²程度となるように調整できたことを確認した。

次に(2)について、免震部材の耐風安全性の評価で「日本免震構造協会(JSSI)」のランクbを目標に免震層の降伏せん断力(ダンパー量)を設定した。

地震応答解析による免震材料の選定と並行し、「極めて稀な暴風」時に作用するせん断力をやや下回る程度のせん断力となるようにダンパー量を設定した。

この場合ダンパー量は免震層上部の建物重量の約2%相当であった。一般的なダンパー量は建物重量の3~4%相当であるが、今回の建物ではダンパー量が3%程度であると地震応答加速度が増加し、目標

とする性能が得られないことが多かったため、風荷重から算定したダンパー量を目安に免震材料の選定を行った。コスト比較の結果、RB(12基)+LRI(16基)+CLB(14基)+SC(4基)の組合せとした。

(3)について、杭の設計において免震建物は上部のせん断力は低減されるが、基礎ピットのため地下部の重量増加に伴う鉛直力、水平力の増加によりコストアップにつながる。また地盤の変形を考慮した設計が求められる。低層鉄骨免震建物では建物重量に対する基礎ピットの躯体重量比が大きく、全体の階層に対する免震層1層分のコストの割合が大きい。今回の計画では上部躯体と基礎ピットの重量比は6:4程度である。これらの要因から杭の経済性は耐震建物より重要であると考えられる。

杭の配置において、柱位置に全数設置する案と免震材料位置に配置する案の2ケースの比較を行った。比較には基礎梁や根入れ量、また敷地に埋設されている既存杭との干渉など総合的なコストの比較を行った。免震材料を間引いたことや地盤の応答変位を考慮していることから、間引いた方がコストメリットがあることを確認した(図6)。

5.2 構造計算方針

振動解析モデルは多質点系としたものに加え、3階の切り妻屋根部が2棟となっているため4層で2棟モデルとした多質点系も作成し、安全性を確認して

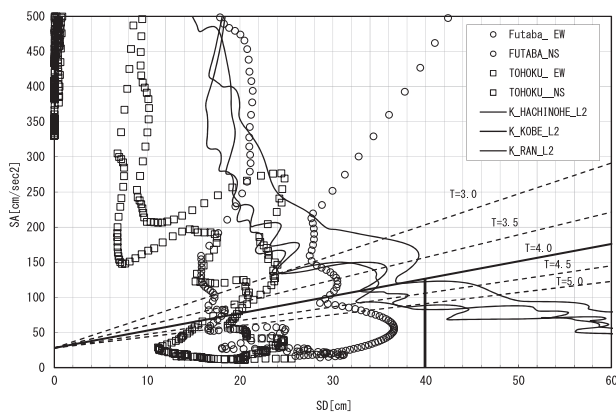


図4 Sa-Sd 曲線

表1 設計クライテリア

		稀な地震動	極めて稀な地震動	
			設計用地震波	参考波
上部構造	層間変形角	1/400	1/200	1/200
	床加速度(4階、屋根除く)	-	250gal以内	250gal以内
	部材応力	-	短期許容応力度以内	短期許容応力度以内
免震材料	応答変形	安定変形125%以内(250mm)	性能保証変形250%以内(500mm)	性能保証変形250%以内(500mm)
	面圧	圧縮	圧縮限界強度以下	圧縮限界強度以下
		引張	生じない	生じない
	支持力	-	短期許容支持力以内	短期許容支持力以内
基礎構造	応力	-	短期許容応力度以内	終局耐力以内*

* ※崩壊の恐れがないことを確認する。

表2 免震材料(LRI,RB)の長期面圧(N/mm²)

装置呼称	基準面圧	最大面圧	平均面圧
LRI-700	9.8	9.75	7.46
LRI-800	9.8	9.83	9.31
RB-750A	7.2	7.56	6.04
RB-800	10.0	7.85	7.74
RB-800B	11.0	11.18	10.58

いる。2棟の振れモードは3階の主及び副フレームの応答せん断力の時刻歴から、主フレームと副フレームの応答性状はほぼ等しく、位相差による振れモードの影響は少ないと判断した（図5）。

またロングスパン梁及びPC梁について、免震建物でも地震時の上下方向の応答を低減するのは困難であるため、水平時応力に加え1.0Gの上下応答が加わるものとして安全性を確認している。

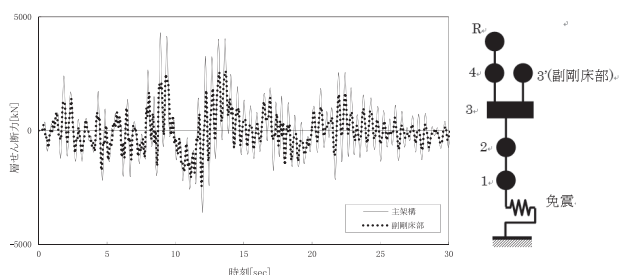


図5 2棟モデルの応答解析結果と解析モデル

6 まとめ

本計画を通じて低層の鉄骨造免震構造を設計した場合の着目点を紹介した。免震材料の設置数やダンパー量、また経済性など、低層建物特有の課題点があると思われる。また1階PC梁の採用の際には、PC梁貫通孔に多くの制約があるため、配管計画について建築・設備・電気担当者と調整を行い、現場でも多くの時間を掛けている。

低層の建物で事業継続利用が求められた場合、免震構造の採用は最優先事項であり、今後物件数も増加していくと考えられる。低層の場合、免震層に係る費用割合は多いと思われるが、経済性に配慮した合理的な構造計画により実現可能であるとこの建物を通じて実感できた。

最後に相馬市役所の皆様ならびに工事関係者の皆様に厚く御礼申し上げるとともに、竣工に向けて邁進したいと思います。（執筆時2015年11月）

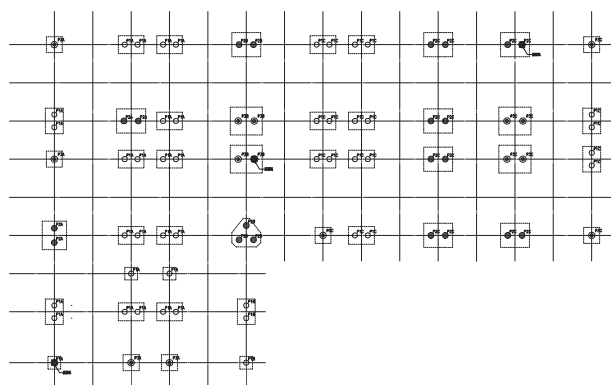


図6 杭伏図

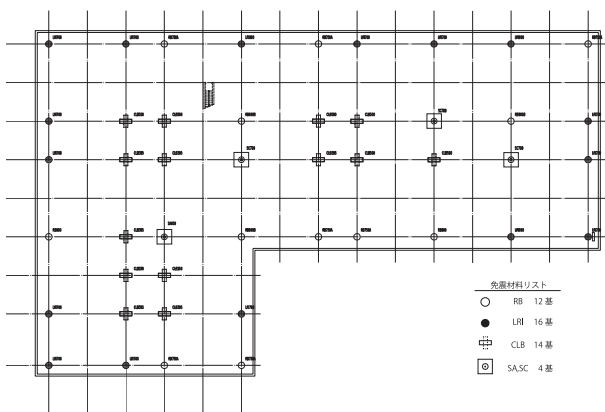


図7 免震材料伏図

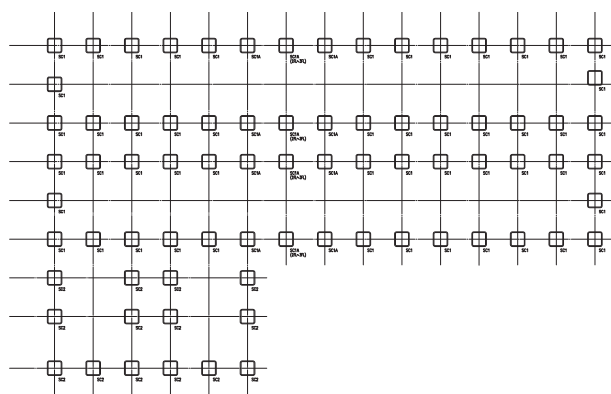


図8 柱伏図

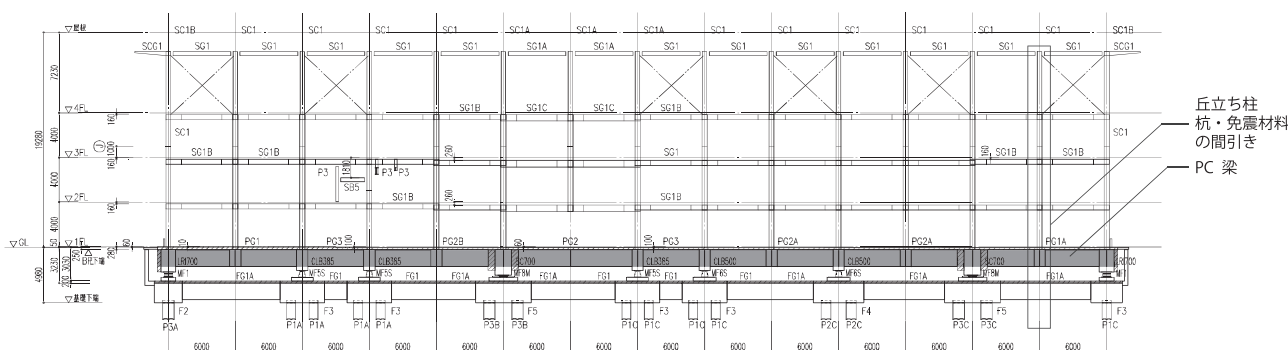


図9 長辺方向軸組図